

(3)

2.

2003 003

(19)



Europäisches Patentamt  
European Patent Office  
Office européen des brevets



(11)

EP 0 801 201 A1

(12)

## DEMANDE DE BREVET EUROPEEN

(43) Date de publication:  
15.10.1997 Bulletin 1997/42

(51) Int Cl. 6: E06B 3/54, E04B 2/88

(21) Numéro de dépôt: 97400699.1

(22) Date de dépôt: 27.03.1997

(84) Etats contractants désignés:  
AT BE CH DE DK ES FI FR GB IE IT LI LU NL PT SE

- Demars, Yves  
60600 Agnetz (FR)

(30) Priorité: 12.04.1996 FR 9604612

(74) Mandataire: Le Cam, Stéphane Georges Elle et al  
Saint-Gobain Recherche  
39, quai Lucien Lefranc  
93300 Aubervilliers Cédex (FR)

(71) Demandeur: SAINT-GOBAIN VITRAGE

92400 Courbevoie (FR)

(72) Inventeurs:  

- Ernewein, Jacques  
94440 Villecresnes (FR)

(54) Système permettant un assemblage entre une feuille de verre trempé et un autre objet, feuille de verre équipée d'un tel système

(57) Une pièce de liaison comporte deux parties (7,14) dont l'une (7) épouse la surface conique (3) d'un trou fraisé (2) traversant la feuille (1), surface sur laquelle s'exerce une force sensiblement parallèle à l'axe du trou, et dont l'autre (14) s'appuie sur la surface (6) de la feuille (1) opposée au trou fraisé pour y supporter la réaction à ladite force. Cette force est suffisante pour établir à la surface de la feuille de verre au repos, un système de contraintes de compression avec un minimum de contraintes localisé à une distance du bord du trou fraisé supérieure à 1 % du diamètre de ce trou, et en particulier supérieure à 1 mm.

Une feuille de verre équipée en atelier d'une telle pièce de liaison métallique se prête bien à la réalisation d'ensembles formés d'éléments préfabriqués assemblés sur chantier.

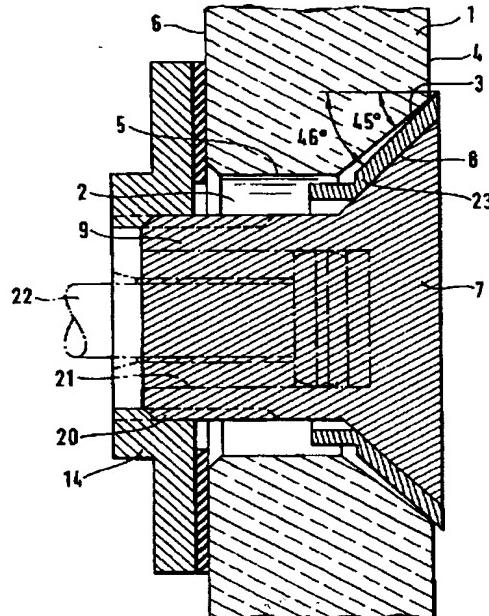


Fig. 3

**Description**

La présente invention est relative à un système d'assemblage entre une feuille de verre, en particulier de verre ayant subi un traitement de renforcement superficiel notamment thermique ou chimique, comportant au moins un trou fraisé et, soit une autre feuille de verre, soit un élément de structure notamment métallique, ainsi qu'à une feuille de verre équipée d'un tel système et à l'application d'une telle feuille à la réalisation d'un ensemble préfabriqué.

Dans le document EP-A-0 655 543, la demanderesse a décrit un système d'assemblage entre un élément vitré comportant un trou fraisé et une structure porteuse, ce système comportant une pièce de liaison entre deux parties dont l'une, tronconique épouse la surface conique du trou fraisé et dont l'autre, formant partie de réaction, s'appuie sur la surface de la feuille opposée au fraisage du trou. Une liaison par vissage entre ces deux parties permet de serrer la pièce de liaison dans le trou.

La présente invention a pour but d'apporter une solution à ce problème.

Pour obtenir ce résultat, l'invention fournit un système d'assemblage entre une feuille de verre comportant un trou fraisé au moins d'un côté et, soit une autre feuille de verre, soit un élément de structure notamment métallique, le système comportant une pièce de liaison, la particularité de ce système étant que la pièce de liaison comporte deux parties dont l'une épouse la surface conique du trou fraisé sur laquelle s'exerce une force sensiblement parallèle à l'axe du trou et dont l'autre s'appuie sur le côté de la feuille opposé au fraisage du trou pour y supporter la réaction à ladite force, et que cette force est suffisante pour établir à la surface de la feuille de verre au repos, un système de contraintes de compression avec un minimum localisé à une distance du bord du trou fraisé supérieure à 1 % du diamètre maximal de ce trou.

Le système de l'invention permet d'éviter que des contraintes d'extension, susceptibles de causer une fissuration sur les parois du trou et donc la rupture de la feuille de verre, n'apparaissent sous l'effet des efforts transmis par l'autre feuille de verre ou l'élément de structure. La valeur de 1 % indiquée résulte d'expériences menées sur une très large gamme d'épaisseurs de feuille et de diamètres de trou.

De préférence, la partie de la pièce de liaison qui épouse la surface conique du trou fraisé possède un angle d'ouverture du cône supérieur à celui du cône du trou fraisé, les demi-angles au sommet des cônes différant avantageusement de 0,5 à 5°.

De cette façon, le contact entre le trou fraisé et la partie conique de la pièce d'appui est situé au plus près possible de la surface qui porte la partie fraîssée du trou, ce qui est favorable à une mise en compression de la zone entourant le trou.

De préférence, la partie de la pièce de liaison qui épouse la surface conique du trou fraisé est métallique

et on interpose entre elle et le trou fraisé un manchon d'un matériau malléable tel que de l'aluminium.

De préférence aussi le trou fraisé est tronqué et se termine sur la surface de la feuille opposée par une partie cylindrique coaxiale et, avantageusement, dans ce cas aucun élément de la pièce de liaison n'est au contact de la partie cylindrique du trou fraisé.

Suivant un mode de réalisation intéressant, la pièce de liaison est un système vis-écrou.

Suivant un autre mode de réalisation, les deux parties de la pièce de liaison sont serties l'une sur l'autre. Ce mode de réalisation est moins coûteux mais ne permet pas de réglage.

L'invention fournit aussi une feuille de verre trempé d'une épaisseur d'au moins 6 mm, présentant au moins un trou fraisé sur une de ses surfaces, et qui a pour particularités qu'elle comporte à l'intérieur du trou fraisé une pièce conique et sur la surface opposée une pièce de réaction, qu'une force dirigée sensiblement selon l'axe

du trou s'exerce entre la pièce conique et la pièce de réaction, et que cette force est telle que, si la feuille de verre est soumise à une contrainte extérieure prévue à l'avance, il en résulte dans la feuille de verre un système de contraintes superficielles en compression qui présente un minimum situé à une distance du bord du trou fraisé supérieure à 1 % du diamètre maximal de ce trou.

Suivant une réalisation intéressante, cette feuille de verre présente un trou doublement fraisé avec une partie conique débouchant de part et d'autre et une partie médiane cylindrique qui possède sensiblement le même axe que les parties coniques, elle comporte à l'intérieur de chaque partie conique une pièce conique, une force dirigée selon l'axe du trou s'exerce entre les deux pièces coniques et cette force est telle que, si la feuille de verre est soumise à une contrainte extérieure prévue à l'avance, il en résulte dans la feuille de verre un système de contraintes superficielles en compression qui présente un minimum situé à une distance du bord du trou fraisé supérieure à 1 % du diamètre maximal de ce trou.

De préférence la ou les pièces coniques possèdent un angle d'ouverture du cône supérieur à celui du cône du trou fraisé correspondant.

De façon avantageuse la ou les pièces coniques et éventuellement la pièce de réaction sur la surface opposée sont équipées de moyens de préhension tels que trous, bossages, etc. pour transmettre des efforts dirigés sensiblement dans le plan de la feuille de verre soit à un élément de structure, soit à une autre feuille de verre.

Une application intéressante d'une telle feuille consiste dans la réalisation d'ensembles formés d'éléments préfabriqués assemblés sur chantier.

La présente invention va maintenant être exposée de façon plus détaillée à l'aide d'exemples pratiques illustrés avec les dessins qui sont des coupes transversales de systèmes conformes à l'invention et qui représentent respectivement :

- **figure 1** : un système d'assemblage entre une plaque en verre trempé et une structure,
- **figure 2** : un système d'assemblage entre une plaque faite de deux verres trempés feuillettés et une structure,
- **figure 3** : un système d'assemblage avec articulation (entre plaque trempée et structure),
- **figure 4** : un système d'assemblage entre deux plaques en verre trempé, et
- **figure 5** : une plaque trempée équipée d'une pièce lui permettant de supporter des efforts importants dans son plan, et
- **figure 6** : une variante de la figure 5,
- **figure 7** : un assemblage de deux plaques de verre feuilletté avec deux systèmes selon l'invention.

**La figure 1** montre un système d'assemblage entre une plaque de verre trempé 1 et une structure S qui peut être, selon le cas, une structure porteuse ou une structure portée, ou encore un élément de liaison ou une autre plaque de verre trempé ou non.

La plaque 1 est percée d'un trou fraisé 2, qui comporte une partie conique 3, qui débouche sur une face 4 de la plaque 1 opposée à la structure S et une partie cylindrique 5 qui débouche sur la face opposée 6 de la plaque. Le système d'assemblage comprend une première pièce 7, qui présente une surface conique 8 qui vient épouser la forme de la partie conique 3 du trou 2 et une partie cylindrique 9, qui pénètre dans la partie cylindrique 5 du trou 2, sans atteindre la face opposée 6. Cette partie cylindrique 9 est de diamètre inférieur à celui de la partie cylindrique 10. La pièce 7 est traversée par un alésage 10, en deux parties de diamètre différent, séparées par un épaulement 11. La partie à plus grand diamètre correspond sensiblement à la partie conique 8, alors que la partie de diamètre plus faible traverse la partie cylindrique 9. Une vis 12 est logée dans l'alésage 10, sa tête venant en appui sur l'épaulement 11. La partie filetée 13 de la vis 12 se visse dans un écrou 14 qui constitue la partie de réaction du système, et vient en appui contre la face 6 de la plaque de verre 1, par l'intermédiaire d'une rondelle de matière plastique polyéthylène 15. L'extrémité de la vis 12 se visse encore dans un alésage 16 de la structure S et est bloquée par un contre-écrou 17.

On observera que, dans une vue parallèle à l'axe du trou, la surface de contact de l'écrou 14 se superpose à celle de la pièce 7, ce qui évite tout risque d'apparition de contraintes de cisaillement à l'intérieur de la plaque de verre trempé 1.

La figure 1 permet d'exposer l'idée qui est à la base de l'invention.

Le serrage de l'écrou 14 sur la vis 12 génère, entre la surface conique 3 du trou fraisé 2 la face opposée 6 de la plaque, une force sensiblement parallèle à l'axe du trou, et qui au repos tend à créer, une contrainte de compression dans la matière entourant le trou. Des calculs mathématiques, par exemple par la méthode du

calcul tensoriel ou celle du calcul par éléments finis, permettent de déterminer la relation entre la force de serrage et l'étendue de la zone entourant le trou qui se trouve ainsi soumise à une contrainte de compression, si on connaît les caractéristiques géométriques et mécaniques de la plaque et du trou.

L'application au système d'assemblage d'une contrainte extérieure, transmise ici de la structure S à la vis 12, modifie la répartition des contraintes à l'intérieur de la matière. La dimension minimale de 1 mm pour la zone en compression entourant le trou au repos a été déterminée expérimentalement comme permettant d'éviter l'apparition de conditions de contrainte dangereuses dans la paroi du trou lorsque la plaque est soumise aux contraintes extérieures qu'elle peut supporter par ailleurs.

Dans chaque cas concret, la détermination de la force à appliquer pour réaliser les conditions de l'invention se fera avec les méthodes d'analyse des contraintes habituelles, en particulier les méthodes optiques. Il s'agit d'observer le déplacement de la zone où apparaît le minimum de contrainte superficielle de compression. Plus la force de serrage est forte, plus cette zone s'éloigne du bord du trou fraisé. L'observation en lumière polarisée, ou les mesures plus fines dérivées par exemple de l'EPIBIASCOPE, permettent de déterminer quelle est la force nécessaire pour éloigner la zone en question à la distance désirée du bord du trou fraisé, par exemple 1 mm.

Ainsi, par exemple, dans le cas d'un verre de 12 mm ayant subi une trempe chimique normale (contrainte de compression superficielle de l'ordre de 90 MPa) avec un trou fraisé de 54 mm de grand diamètre, conique sur 8 mm et terminé par un cylindre de 38 mm de diamètre avec un système vis-écrou comme sur la figure 1, un couple de serrage de 100 Nm a permis d'obtenir une force axiale de 35 kN, suffisante pour que le minimum des contraintes de 7 MPa soit reporté à 1,5 mm de la périphérie du trou.

Sur des échantillons du type précédent, on a ensuite procédé à des essais de traction, la force étant appliquée sur la vis, perpendiculairement à son axe, dans le plan du verre maintenu mobile. Des efforts systématiques de 30 kN ont été appliqués tandis qu'on faisait subir aux échantillons 23 cycles thermiques de -15°C à +56°C d'une durée de 6 heures chacun. Aucune rupture des échantillons testés n'est apparue alors que, lorsque la force de serrage n'est que de 3,5 kN (couple de serrage de 10 Nm) la casse se produit dès l'apparition de la charge.

**La figure 2** décrit une structure assez analogue à celle de la figure 1, adaptée au cas où, au lieu d'une plaque de verre unique, on est en présence d'une plaque feuillettée formée de deux feuilles de verre 1A, 1B. Dans ce cas, l'écrou 14 vient en appui sur une seule des feuilles de verre par exemple, ici, celle qui est la plus éloignée de la structure S. Pour cela l'écrou 14 est logé dans un trou 18 de la plaque de verre 1B. De plus, on

a représenté la structure S comme venant directement en appui sur la plaque de verre 1B, avec toutefois interposition d'une rondelle de matière plastique 19.

La disposition de la figure 3 diffère en quelques points seulement de celle de la figure 1:

la pièce 7 ne comporte pas d'alésage traversant 10 et la vis 12 est supprimée. En revanche, la partie cylindrique 9 se prolonge au-delà de la face 6 de la plaque de verre 1. Elle est pourvue d'un filetage 20 et coopère directement avec l'écrou 14. La pièce 7 présente une cavité borgne 21, qui débouche du côté de l'écrou 14. Dans cette cavité est logée une tige 22 de raccordement à la structure S non représentée. La tige 22 est montée de façon à pouvoir présenter de légères oscillations, d'une façon qui est décrite en détail dans le document EP-A-0 655 549 mentionné plus haut.

La figure 3 étant à plus grande échelle, permet de mieux voir la nature du contact entre les parties tronconiques du trou 2 et de la pièce 7.

On notera tout d'abord que la figure 3 est une coupe faite avant serrage du dispositif.

Le demi-angle au sommet de la partie tronconique 3 du trou 2 est de 45°. La surface tronconique 8 de la pièce 7 présente un demi-angle au sommet légèrement supérieur, de 46°. Cette différence angulaire, conjuguée avec le choix des diamètres fait que la partie 7 vient en contact avec le trou 2 seulement à l'endroit où celui-ci débouche sur la face 4 de la lame de verre. La pièce 2 étant en métal « Inox 304 », il est prévu, entre la pièce 7 et la partie conique du trou, une rondelle tronconique 23 en aluminium destinée à éviter les excès locaux de contrainte. Les deux faces de la rondelle tronconique 23 ont chacune un demi-angle au sommet de 46°, comme la pièce 7. L'aluminium est ici préféré à une matière plastique à cause de sa plus grande stabilité dans le temps.

Pour des raisons de clarté, les valeurs exactes des angles et des épaisseurs relatives n'ont pas été représentées sur la figure.

On notera que, pour des considérations esthétiques, les dimensions des pièces et du trou ont été calculées pour que la pièce 7 vienne exactement en affleurement avec la surface 4 de la plaque de verre 1, après serrage du dispositif.

La figure 4 montre une réalisation conforme à l'invention, pour l'assemblage de deux plaques de verre trempé. Deux plaques 1A, 1B présentent des trous fraisés 2A, 2B de direction opposée, dans lesquels sont engagées des pièces 7A, 7B identiques à celles de la figure 1. La vis 12 est unique, elle pénètre dans l'alésage 10A de la pièce 7A, et dans l'alésage 10B de la pièce 7B, et se visse dans un écrou 30, qui vient en butée sur un épaulement 11B du trou 10B. Des bagues de matière plastique (polyéthylène) 31, 30A, 30B sont intercalées entre les deux feuilles de verre.

La figure 5 montre schématiquement une variante dans laquelle la pièce 7 et l'écrou 14 sont des pièces identiques, placées symétriquement dans le trou 2. La

pièce 7 et l'écrou 14 ont des parties tronconiques présentant un angle au sommet de 46°, alors que le trou présente deux parties tronconiques opposées 3A, 3B placées symétriquement et présentant un angle au sommet de 45° et séparées par une partie cylindrique 5.

Le serrage est assuré par une tige filetée 40, qui traverse les pièces 7 et 14 et deux écrous 41, 42 qui se vissent sur la tige 40. Un prolongement 43 de la tige 40 sert à la fixation de l'ensemble sur une structure support, non représentée.

La figure 6 montre une réalisation avec un trou à double fraisage. La première pièce 7, qui vient épouser une première partie tronconique 3A du trou est reliée à la pièce de réaction 14, qui épouse l'autre partie tronconique 3B, par une pièce de liaison 44, qui a la forme d'une vis à tête, dont la tige filetée 45 se visse dans la pièce de réaction 14n et la tête 46 est logée avec jeu dans une cavité 47 de la pièce 7 en prenant appui sur un épaulement 48 du fond de la cavité. Le jeu permet de compenser un écart éventuel entre les axes des parties tronconiques 3A, 3B. Un alésage central 49 traverse la pièce de liaison 45. Il est destiné à recevoir un élément de structure formant moyen de fixation, non représenté.

La figure 7 représente un assemblage de deux plaques 50, 51 feilletées, formées chacune de deux feuilles de verre trempé 50A, 50B et 51A, 51B.

Dans la plaque 50, une feuille « interne » 50A va moins loin que la feuille externe 50B et, de même, la feuille interne 51A va moins loin que la feuille externe 51B.

La feuille 50A vient en appui sur la feuille 51B et la feuille 51A vient en appui sur la feuille 50B.

Des assemblages 52, 53 analogues à ceux de la figure 4 relient ensemble les feuilles 50A, 51B et 51A, 50B. Les feuilles 50B et 51B comportent des trous 54, 55 qui sont en face des assemblages respectifs afin de permettre la mise en place et le serrage.

La disposition des assemblages 52, 53 et des trous 54, 55 est calculée pour éviter une fragilisation de l'ensemble. En particulier, on évitera de les mettre sur une même verticale, à faible distance les uns des autres.

Bien entendu, l'invention s'applique non seulement au verre, mais à tous les matériaux fragiles.

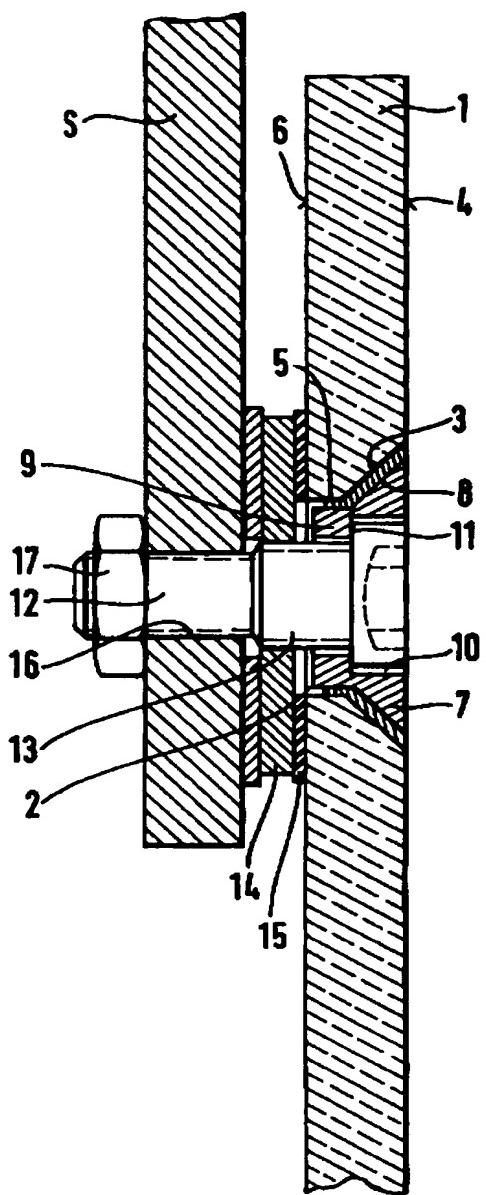
45

#### Revendications

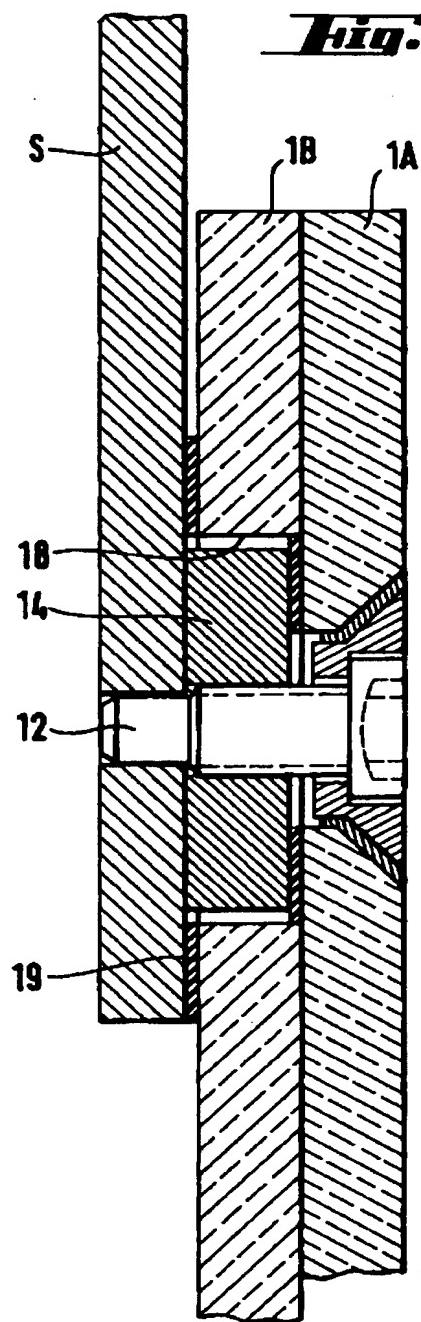
- 50 1. Système d'assemblage entre une feuille de verre (1) comportant un trou fraisé au moins d'un côté (2) et, soit une autre feuille de verre, soit un élément de structure (S) notamment métallique, le système comportant une pièce de liaison, caractérisé en ce que la pièce de liaison comporte deux parties dont l'une (7) épouse la surface conique (3) du trou fraisé, sur laquelle s'exerce une force sensiblement parallèle à l'axe du trou et dont l'autre (14) s'appuie sur le côté (6) de la feuille opposé au fraisage du

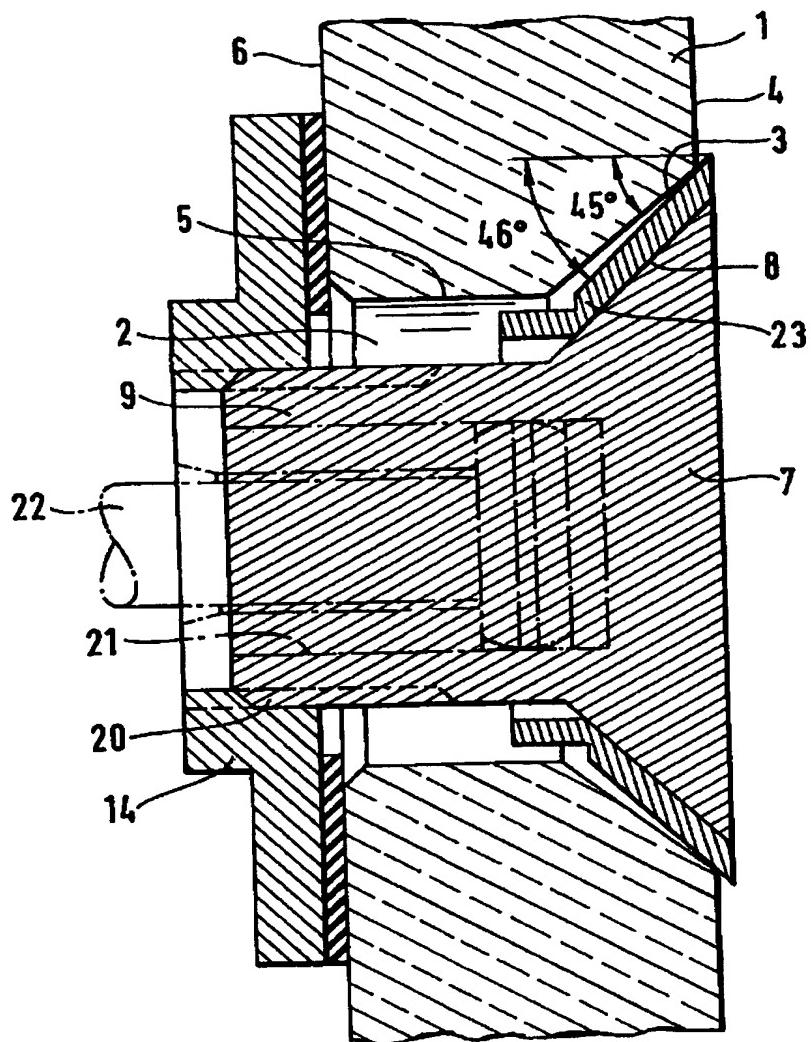
- trou pour y supporter la réaction à ladite force et en ce que la force est suffisante pour établir à la surface de la feuille de verre au repos, un système de contraintes de compression avec un minimum localisé à une distance du bord du trou fraisé supérieure à 1 % du diamètre maximal de ce trou.
2. Système d'assemblage selon la revendication 1, caractérisé en ce que la partie (7) de la pièce de liaison qui épouse la surface conique (3) du trou fraisé (2) possède un angle d'ouverture du cône supérieur à celui du cône du trou fraisé.
3. Système d'assemblage selon la revendication 2, caractérisé en ce que les demi-angles au sommet des cônes diffèrent de 0,5 à 5°.
4. Système d'assemblage selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que la partie (7) de la pièce de liaison qui épouse la surface conique du trou fraisé est métallique et en ce qu'on interpose entre elle et le trou fraisé un manchon d'un matériau malléable tel que de l'aluminium.
5. Système d'assemblage selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que le trou fraisé (3) est tronqué et se termine sur la surface de la feuille opposée par une partie cylindrique coaxiale (5).
6. Système d'assemblage selon la revendication 5, caractérisé en ce qu'aucun élément (7, 9) de la pièce de liaison n'est au contact de la partie cylindrique (5) du trou fraisé (2).
7. Système d'assemblage selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que la pièce de liaison est un système vis-écrou.
8. Système d'assemblage selon l'une des revendications 1 à 6, caractérisé en ce que les deux parties de la pièce de liaison sont sorties l'une sur l'autre.
9. Feuille de verre trempé d'une épaisseur d'au moins 6 mm, équipée d'au moins un trou fraisé (2) sur une de ses surfaces, caractérisée en ce qu'elle comporte à l'intérieur du trou fraisé une pièce conique (7) et sur la surface opposée une pièce de réaction (14), en ce qu'une force dirigée sensiblement selon l'axe du trou s'exerce entre la pièce conique et la pièce de réaction et en ce que cette force est telle que, si la feuille de verre est soumise à une contrainte extérieure prévue à l'avance, il s'établit dans cette feuille de verre un système résultant de contraintes superficielles en compression et présente un minimum situé à une distance du bord du trou fraisé supérieure à 1 % du diamètre maximal de ce trou.
10. Feuille de verre trempé selon la revendication 9, caractérisée en ce qu'elle présente un trou doublement fraisé avec une partie conique (3A, 3B) débouchant de part et d'autre et une partie médiane cylindrique (5) qui possède sensiblement le même axe que les parties coniques, en ce qu'elle comporte à l'intérieur de chaque partie conique une pièce conique (7, 14), en ce qu'une force dirigée selon l'axe du trou s'exerce entre les deux pièces coniques et en ce que cette force est telle que, si la feuille de verre est soumise à une contrainte extérieure prévue à l'avance, il s'établit dans cette feuille de verre un système résultant de contraintes superficielles en compression qui présente un minimum situé à une distance du bord du trou fraisé supérieure à 1 % du diamètre maximal de ce trou.
11. Feuille de verre trempé selon la revendication 9 ou 10, caractérisée en ce que la ou les pièces coniques (7, 14) possèdent un angle d'ouverture du cône supérieur à celui du cône du trou fraisé correspondant.
12. Feuille de verre trempé selon l'une des revendications 9 à 11, caractérisée en ce que la ou les pièces coniques (7) et éventuellement la pièce de réaction sur la surface opposée sont équipées de moyens de préhension (12, 21, 22, 43) tels que trous ou bossages, pour transmettre des efforts dirigés sensiblement dans le plan de la feuille de verre soit à un élément de structure (S), soit à une autre feuille de verre.
13. Application de la feuille selon l'une des revendications 9 à 12 à la réalisation d'ensembles formés d'éléments préfabriqués assemblés sur chantier.

*Fig. 1*

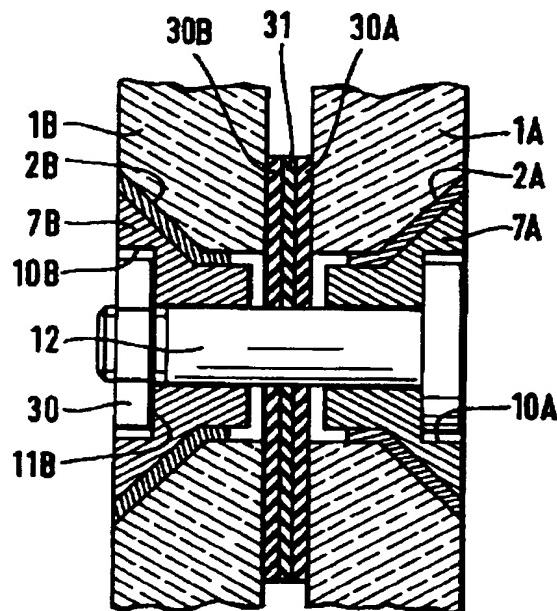


*Fig. 2*

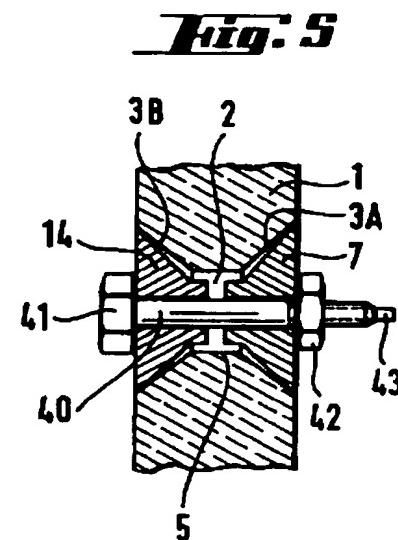




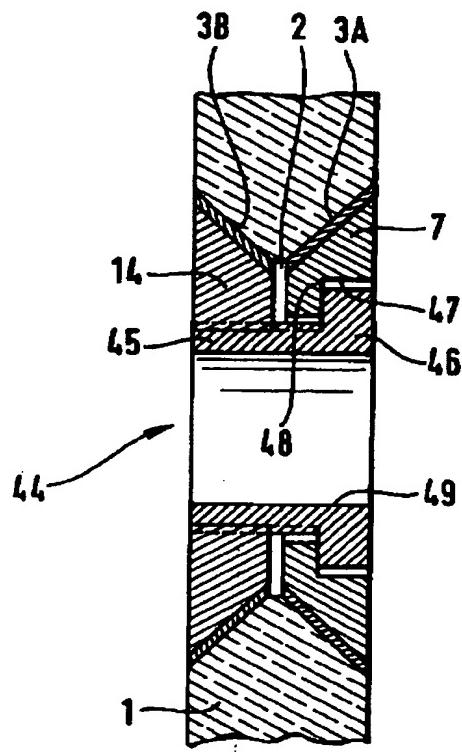
**Fig. 3**



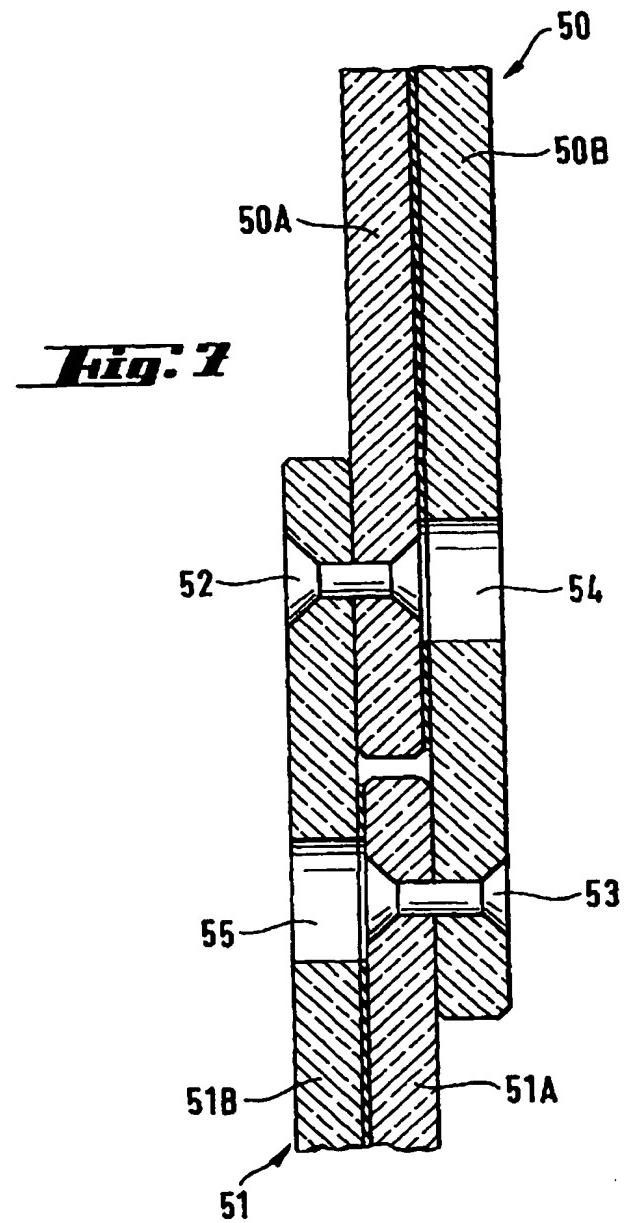
**Fig. 4**



**Fig. 5**



**Fig. 6**





Office européen  
des brevets

## RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande  
EP 97 40 0699

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			CLASSEMENT DE LA DEMANDE (Int.CL6)
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	
A	EP 0 201 212 A (DUTTON) * page 5, ligne 1 - ligne 18; figure 1 *	1,4-7,9, 12	E06B3/54 E04B2/88
D,A	EP 0 655 543 A (SAINT-GOBAIN VITRAGE) * colonne 7, ligne 12 - colonne 8, ligne 26; figures *	1,5-7,9, 12	
A	GB 2 178 471 A (PILKINGTON BROTHERS) * page 3, ligne 78 - ligne 95; figure 8 *	1,5-7,9, 12	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int.CI.6)
			E06B E05D
<p style="text-align: center;">Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications</p>			
Lieu de la recherche	Date d'achèvement de la recherche	Examinateur	
LA HAYE	15 Juillet 1997	Depoorter, F	
CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITES			
X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrrière-plan technologique O : divulgation non écrite P : document intercalaire			
T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date D : cité dans la demande I : cité pour d'autres raisons A : membre de la même famille, document correspondant			